



高职高专电子类专业“十二五”规划教材

数字电子技术应用

SHUZIDIANZIJISHUYINGYONG

GAOZHIGAOZHUANDIANZILEIZHUANYESHIERWUGUIHUAJIAOCAI

主编 刘悦音

主审 王少华



中南大学出版社

www.csupress.com.cn





高职高专电子类专业“十二五”规划教材

数字电子技术应用

SHUZIDIANZIJIISHUYINGYONG

GAOZHI GAOZHUAN DIANZILUOJI SHIYONG JIAOCAI (DIERSHIWU HUACHUAN)

主 编 刘悦音

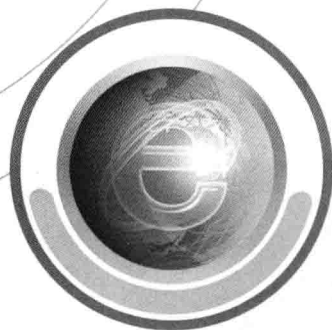
副 主 编 龙 剑 李 浩 王 芳 吴沁园

主 审 王少华



中南大学出版社

www.csupress.com.cn



图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术应用/刘悦音主编. —长沙:中南大学出版社,2012. 8
ISBN 978-7-5487-0618-2

I. 数... II. 刘... III. 数字电路—电子技术—高等职业教育—教材 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 195051 号

数字电子技术应用

主编 刘悦音

☐责任编辑 陈应征
☐责任印制 周 颖
☐出版发行 中南大学出版社
社址:长沙市麓山南路 邮编:410083
发行科电话:0731-88876770 传真:0731-88710482
☐印 装 长沙国防科大印刷厂

☐开 本 787 × 1092 1/16 ☐印张 10 ☐字数 246 千字 ☐插页
☐版 次 2012 年 8 月第 1 版 ☐2012 年 8 月第 1 次印刷
☐书 号 ISBN 978-7-5487-0618-2
☐定 价 24.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

本教材是根据高职高专院校电子类专业“数字电子技术”课程精品课程建设的基本要求编写的。教材内容涵盖了湖南高职院校电子技术专业技能抽查标准题库试题内容。

为了推进教学创新,提高教学质量,以适应新形势下高等职业教育教学事业的发展,各院校在广泛调研、深入研究的基础上,建立了基于工作过程的课程体系,“数字电子技术”是该体系中一门重要课程。本书紧密结合高职高专教育特点,适用高职高专院校电子技术应用、应用电子技术、电子工程、通信、电子设备制造与维修等相关专业使用。

本书紧紧围绕课程目标重构其知识体系结构。每个项目的学习都以典型产品为载体设计的活动来进行,以工作任务为中心整合理论与实践,实现理论与实践的一体化。在适度的基础知识与理论体系覆盖下,注重理论指导下的可操作性,更注意实际问题的解决,强化实操操作的训练,理论以够用为度,但知识要素未减少。编写原则“实用、适用、先进”,编写风格“通俗、精练、可操作”。

让学生通过完成具体项目来构建相关理论知识,并发展职业能力。教材内容的选取紧紧围绕工作任务完成的需要来进行,同时又充分考虑高职教育对理论知识学习的需要。本书遵循从简单到复杂的职业能力累积形成规律,以典型的、实际应用的单元电路或简单电子产品为项目载体,以问题引出项目所涉及的理论与实践知识进行编写。本书共安排了五个项目任务,重点关注如何综合运用所获得的操作知识、理论知识来完成工作任务,也更关注工作任务之间的联系。通过“完整性活动”,学生可获得有工作意义的“产品”,这样,不仅可以增强学生对教学内容的直观感,而且有利于增强学生的工作热情和学习兴趣。

由于“项目驱动、理实一体化教学”还是一项尝试性工作,在内容与组织方面难免有不周之处,尚需在实践中进一步完善。本书由长沙航空职业技术学院刘悦音老师、湖南科技职业技术学院王芳老师、湖南化工职业技术学院吴沁园老师、湖南生物机电职业技术学院李浩老师共同编著。其中,项目一、项目三、附录一、附录二、附录三、附录四由长沙航空职业技术学院刘悦音老师编写,项目二由湖南化工职业技术学院吴沁园老师编写,项目四由湖南生物机电职业技术学院李浩老师编写,项目五由湖南科技职业技术学院王芳老师编写。全书由长沙航空职业技术学院刘悦音老师负责统稿,担任主编,长沙航空职业技术学院航空电子电气工程系曾全胜副教授为本书内容的规划提出了指导性意见。湖南森源电器有限公司黄远征为本书撰写提供了宝贵的现场资料和建议。本书由湖南生物机电职业技术学院王少华教授主审,主审对本书内容提出了宝贵的修改意见。在此一并表示感谢。

随着科学技术的发展，集成电路工艺水平、集成度以及器件功能不断完善和提高，数字电子技术的应用也愈加广泛，随着课程体系和教学方法的不断创新，教材内容的更新势在必行。限于编者水平，书中难免有错误和不妥之处，教材编写组全体成员敬请各位读者多提改进意见，以便不断完善本书。

编 者
2012 年 8 月

目 录

项目一 三人表决器	(1)
一、任务描述	(1)
二、知识准备	(1)
1 数字信号与数字电路	(1)
2 数制与码制	(3)
3 基本逻辑运算	(6)
4 二极管门电路	(11)
5 逻辑代数	(16)
6 组合逻辑电路的分析	(29)
7 组合逻辑电路的设计	(32)
三、任务实现	(35)
1 电路与原理	(35)
2 技能要求	(36)
3 素养要求	(36)
4 评分标准	(37)
小结	(37)
习题一	(38)
项目二 简易密码锁	(42)
一、任务描述	(42)
二、知识准备	(42)
1 触发器的基本电路	(42)
2 边沿触发器	(49)
3 触发器的逻辑转换	(52)
三、任务实现	(55)
1 电路与原理	(55)
2 技能要求	(55)
3 素养要求	(56)
4 评分标准	(56)
小结	(57)
习题二	(58)

项目三 四路彩灯	(60)
一、任务描述	(60)
二、知识准备	(60)
1 计数器结构与原理	(60)
2 常用集成计数器	(65)
3 寄存器	(70)
4 集成 555 定时器	(74)
三、任务实现	(82)
1 电路与原理	(82)
2 技能要求	(82)
3 素养要求	(83)
4 评分标准	(83)
小结	(84)
习题三	(86)
项目四 定时器	(90)
一、任务描述	(90)
二、知识准备	(90)
1 加法器	(90)
2 编码器	(92)
3 译码器与显示器	(95)
4 数据选择器	(102)
三、任务实现	(106)
1 电路与原理	(106)
2 技能要求	(109)
3 素养要求	(109)
4 评分标准	(110)
小结	(110)
习题四	(111)
项目五 AD 转换与显示器	(112)
一、任务描述	(112)
二、知识准备	(112)
1 数模转换器(DAC)	(112)
2 模数转换器(ADC)	(120)
三、任务实现	(129)
1 电路与原理	(129)
2 技能要求	(129)

小结	(130)
习题五	(131)
附录一 企业 PR - SP14 OQA 检验流程指导	(132)
附录二 数字电路的安装调试方法	(134)
附录三 部分常用数字集成电路的外引线排列图	(139)
附录四 在系统可编程器件(ispPAC)的开发设计软件	(145)
参考文献	(154)

项目一 三人表决器

一、任务描述

某企业承接了一批结果按“少数服从多数”的原则决定的三人表决器的组装与调试任务。请按照相应的企业生产标准完成该产品的组装和调试，实现该产品的基本功能，满足相应的技术指标，并正确填写测试报告。为很好地完成任务，认识表决器的结构和原理，必须先学习以下的相关知识。

二、知识准备

1 数字信号与数字电路

1.1 模拟信号与数字信号

在工程技术上，为了便于分析人们从自然界感知的许多信号，例如，温度、压力、速度、重量等，常用传感器将这些信号转换为电流、电压或电阻等电学信号，这就是我们在“模拟电子技术”课程中所遇到的信号(如正弦信号等)，在时间上和数值上是连续变化的，称为模拟信号，如图 1.1 所示。

为了方便地存储、分析和传输信息，我们常将模拟信号转换为在时间上和数值上不连续的(即离散的)信号，这种信号称为数字信号。

数字信号只有两个离散值，常用数字 0 和 1 来表示。这里的 0 和 1 没有大小之分，只代表两种对立的状态，称为逻辑 0 和逻辑 1。数字信号也称为二值数值信号、二进制信号。

数字信号在电路中往往表现为突变的电压或电流，如图 1.2 所示。该信号有两个特点：

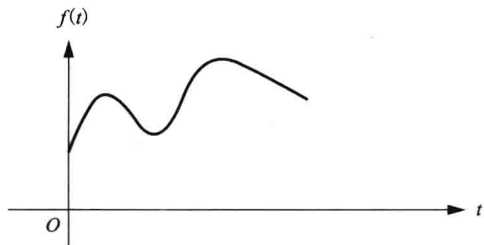


图 1.1 模拟信号

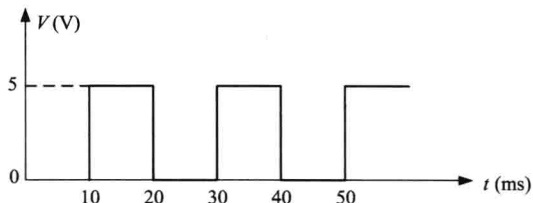


图 1.2 数字信号

(1) 信号只有两个电压值, 5 V 和 0 V。我们可以用 5 V 来表示逻辑 1, 用 0 V 来表示逻辑 0; 当然也可以用 0 V 来表示逻辑 1, 用 5 V 来表示逻辑 0, 因此这两个电压值又常被称为逻辑电平。5 V 为高电平, 0 V 为低电平。

(2) 信号从高电平变为低电平, 或者从低电平变为高电平是一个突然变化的过程, 这种信号又称为脉冲信号。代表各种模拟物理量的模拟信号, 都必须变换为数字信号才能送入数字系统中进行加工处理。在计算机和数字系统中, 信息中的各种文字符号、数学中的数字符号以及运算符号等, 都用数字信号表示。

1.2 数字电路的特点与分类

数字电路指的是能对数字信号进行传输、存储、控制, 以及对数字信号进行加工处理和进行算术运算和逻辑运算的电路。所谓算术运算, 就是对两个或两个以上数字信号进行加、减、乘、除等一系列算术加工; 所谓逻辑运算, 就是对数字信号进行与、或、非以及与非、或非、异或等逻辑关系的加工处理及控制。因此, 数字电路也常被称为数字逻辑电路。

1. 数字电路的特点

(1) 由于数字电路是以二值数字逻辑为基础的, 只有 0 和 1 两个基本数字, 易于用电路来实现, 比如可用二极管、三极管的导通与截止这两个对立的状态来表示数字信号的逻辑 0 和逻辑 1。

(2) 由数字电路组成的数字系统工作可靠, 精度较高, 抗干扰能力强。它可以通过整形很方便地去除叠加于传输信号上的噪声与干扰, 还可利用差错控制技术对传输信号进行查错和纠错。

(3) 数字电路不仅能完成数值运算, 而且能进行逻辑判断和运算, 这在控制系统中是不可缺少的。

(4) 数字信息便于长期保存, 比如可将数字信息存入磁盘、光盘等长期保存。

(5) 数字集成电路产品系列多、通用性强、成本低。

(6) 保密性好。数字信息可以采用各种编码技术, 容易进行加密处理, 不易被窃取。

由于具有一系列优点, 数字电路在电子设备或电子系统中得到了越来越广泛的应用, 计算机、计算器、电视机、音响系统、视频记录设备、光碟、长途电信及卫星系统等无一不采用了数字系统。

2. 数字电路的分类

(1) 按集成度分类: 数字电路可分为小规模 (SSI, 每片数十器件)、中规模 (MSI, 每片数百器件)、大规模 (LSI, 每片数千器件) 和超大规模 (VLSI, 每片器件数目大于 1 万) 数字集成电路。集成电路从应用的角度又可分为通用型和专用型两大类型。

(2) 按所用器件制作工艺的不同: 数字电路可分为双极型 (TTL 型) 和单极型 (MOS 型) 两类。

(3) 按照电路的结构和工作原理的不同: 数字电路可分为组合逻辑电路和时序逻辑电路两类。组合逻辑电路没有记忆功能, 其输出信号只与当时的输入信号有关, 而与电路以前的状态无关。时序逻辑电路具有记忆功能, 其输出信号不仅和当时的输入信号有关, 而且与电路以前的状态有关。

2 数制与码制

数制是一种计数方法，它是计数进位制的总称。采用何种计数制方法应根据实际需要而定。日常生活中我们习惯用十进制数，而在数字系统中进行数字的运算和处理采用的是二进制数、八进制数、十六进制数。

本节将介绍几种常用数制的表示方法，相互间的转换方法和几种常用的二 - 十进制码。

2.1 数的表示方法

首先，我们来看几个概念。

进位制：表示数时，仅用一位数码往往不够用，必须用进位计数的方法组成多位数码。多位数码每一位的构成以及从低位到高位进位的规则称为进位计数制，简称进位制。

基数：进位制的基数，就是在该进位制中可能用到的数码个数。

位权：在某一进位制的数中，每一位的大小都对应着该位上的数码乘上一个固定的数，这个固定的数就是这一位的权数。权数是一个幂。

1. 十进制

数码为 0 ~ 9，基数是 10。运算规律是逢十进一，即 $9 + 1 = 10$ 。十进制数的权展开式，如

$$(2345)_{10} = 2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$$

其中， 10^3 、 10^2 、 10^1 、 10^0 称为十进制的权，各数位的权是 10 的幂，同样的数码在不同的数位上代表的数值不同，任意一个十进制数都可以表示为各个数位上的数码与其对应的权的乘积之和，称权展开式。

又如

$$(123.44)_{10} = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 4 \times 10^{-2}$$

2. 二进制

数码为 0、1，基数是 2。运算规律为逢二进一，即 $1 + 1 = 10$ 。二进制数的权展开式，如：

$$(111.01)_2 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

二进制数只有 0 和 1 两个数码，它的每一位都可以用电子元件来实现，且运算规则简单，相应的运算电路也容易实现。

3. 八进制

数码为 0 ~ 7，基数是 8。运算规律为逢八进一，即 $7 + 1 = 10$ 。八进制数的权展开式，如

$$(217.02)_8 = 2 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 0 \times 8^{-1} + 2 \times 8^{-2}$$

4. 十六进制

数码为 0 ~ 9、A ~ F，基数是 16。运算规律为逢十六进一，即 $F + 1 = 10$ 。十六进制数的权展开式，如：

$$(E8.B)_{16} = 14 \times 16^1 + 8 \times 16^0 + 11 \times 16^{-1}$$

2.2 数制间的转换

同一个数可采用不同的计数体制来表示，各种数制表示的数是可以相互转换的。

数制转换指一个数从一种进位制表示形式转换成等值的另一种进位制表示形式,其实质为权值转换。

数制相互转换的原则为转换前后两个有理数的整数部分和小数部分必定分别相等。

1. 二进制、八进制、十六进制数转换为十进制数

分别写出二进制、八进制、十六进制数按权展开式,数码和位权值的乘积称为加权系数。各位加权系数相加的结果便为对应的十进制数。如:

$$(101.01)_2 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (5.25)_{10}$$

$$(207.04)_8 = 2 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 0 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2} = (135.0625)_{10}$$

$$(D8.A)_{16} = 13 \times 16^1 + 8 \times 16^0 + 10 \times 16^{-1} = (216.625)_{10}$$

2. 十进制数转换为二进制数

整数和小数转换方法不同,因此必须分别进行转换,然后再将两部分转换结果合并得完整的目标数制形式。

整数部分采用基数连除法,先得到的余数为低位,后得到的余数为高位。小数部分采用基数连乘法,先得到的整数为高位,后得到的整数为低位。

如,将十进制数 44.375 转换为二进制数可按以下方式来做。

所以: $(44.375)_{10} = (101100.011)_2$

2	44	余数	低位	0.375		高位
2	22		0=K ₀	× 2	整数	
2	11		0=K ₁	0.750		0=K ₋₁
2	5		1=K ₂	0.750		
2	2		1=K ₃	× 2		
2	1		0=K ₄	1.500		1=K ₋₂
2	0		1=K ₅	0.500		
			高位	× 2		低位
				1.000		1=K ₋₃

同理:可采用同样的方法将十进制数转成八进制、十六进制数,但由于八进制和十六进制的基数较大,做乘除法不是很方便,因此需要将十进制转成八进制、十六进制数时,通常是将其先转成二进制,然后再将二进制转成八进制、十六进制数。

3. 二进制数与八进制、十六进制数的转换

(1) 二进制数转换成八进制数

八进制数的基数 8(2 的 3 次方),故每位八进制数用三位二进制数构成。因此,二进制数转换为八进制数的方法是:整数部分从低位开始,每三位二进制数为一组,最后不足三位的,则在高位加 0 补足三位为止;小数点后的二进制数则从高位开始,每三位二进制数为一组,最后不足三位的,则在低位加 0 补足三位,然后用对应的八进制数来代替,再按顺序排列写出对应的八进制数。

如 $(11010111.0100111)_2 = (?)_8$

得 $(11010111.0100111)_2 = (327.234)_8$

将二进制数 $(11100101.11101011)_2$ 转换成八进制数

转换结果: $(11100101.11101011)_2 = (345.726)_8$

(2) 八进制数转换成二进制数

二进制数	<u>011</u>	<u>010</u>	<u>111</u>	.	<u>010</u>	<u>001</u>	<u>100</u>
	↓	↓	↓		↓	↓	↓
八进制数	3	2	7		2	3	4

将每位八进制数用三位二进制数来代替, 再按原来的顺序排列起来, 便得到了相应的二进制数。

将八进制数 $(745.361)_8$ 转换为二进制数

7	4	5	.	3	6	1
↓	↓	↓		↓	↓	↓
111	100	101	.	011	110	001

转换结果: $(745.361)_8 = (111100101.011110001)_2$

(3) 二进制数转换成十六进制数

与上述相仿, 由于十六进制基数 $R = 16 = 2^4$, 故必须用四位二进制数构成一位十六进制数码, 同样采用分组对应转换法, 所不同的是此时每四位为一组, 不足四位同样用“0”补足。

如 $(111011.10101)_2 = (?)_{16}$

二进制数	<u>0011</u>	<u>1011</u>	.	<u>1010</u>	<u>1000</u>
	↓	↓		↓	↓
十六进制数	3	B		A	8

故有 $(111011.10101)_2 = (3B.A8)_{16}$

(4) 十六进制数转换成二进制数

将每位八进制数用四位二进制数来代替, 再按原来的顺序排列起来, 便得到了相应的二进制数。

将十六进制数 $(E6C.3A7)_{16}$ 转换为二进制数

E	6	C	.	3	A	7
↓	↓	↓		↓	↓	↓
1110	0110	1100	.	0011	1010	0111

转换结果: $(E6C.3A7)_{16} = (111001101100.001110100111)_2$

由以上可见, 各种数制形式之间的转换方法中, 最基本的是十进制与二进制之间的转换, 八进制和十六进制可以借助二进制来实现相应的转换。

2.3 BCD 码

数字系统只能识别 0 和 1, 怎样才能表示更多的数码、符号、字母呢? 用编码可以解决此问题。

用一定位数的二进制数来表示十进制数码、字母、符号等信息称为编码。

用以表示十进制数码、字母、符号等信息的一定位数的二进制数称为代码。

二-十进制代码：用4位二进制数 b3b2b1b0 来表示十进制数中的0~9十个数码，简称BCD码。

8421BCD码是一种应用十分广泛的代码。这种代码每位的权值是固定不变的，为恒权码。它取了自然二进制数的前十种组合表示一位十进制数0~9，即0000~1001，从高位到低位的权值分别为8、4、2、1。去掉了自然二进制数的后六种组合1010~1111，8421BCD码每组二进制代码各位加权系数的和便为它所代表的十进制数。如，0101按权展开式为： $0 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 5$ 。

2421码的权值依次为2、4、2、1，余3码由8421码加0011得到。还有一种常用的四位无权码叫格雷码(Gray)。这种码看似无规律，它是按照“相邻性”编码的，即相邻两码之间只有一位数字不同。格雷码常用于模拟量的转换中，当模拟量发生微小变化而可能引起数字量发生变化时，格雷码仅改变一位，这样与其他码同时改变两位或多位的情况相比更为可靠，可减少出错的可能性。常用BCD码编码如表1.1所示。

表 1.1 常用 BCD 码

十进制数	8421 码	余 3 码	格雷码	2421 码	5421 码
0	0000	0011	0000	0000	0000
1	0001	0100	0001	0001	0001
2	0010	0101	0011	0010	0010
3	0011	0110	0010	0011	0011
4	0100	0111	0110	0100	0100
5	0101	1000	0111	1011	1000
6	0110	1001	0101	1100	1001
7	0111	1010	0100	1101	1010
8	1000	1011	1100	1110	1011
9	1001	1100	1101	1111	1100
权	8421			2421	5421

3 基本逻辑运算

逻辑是指事物的因果关系，或者说条件和结果的关系，这些因果关系可以用逻辑运算来表示，也就是用逻辑代数来描述。

逻辑代数是按一定的逻辑关系进行运算的代数，是分析和设计数字电路的数学工具。逻辑代数中的变量称为逻辑变量，用大写字母A、B、C、D、…、X、Y、Z等表示。逻辑变量的取值只有0和1两种逻辑值，并不表示数量的大小，而是表示两种对立的逻辑状态(如用0和1表示灯的开或关，电流的大或小，电压的高或低，晶体管的饱和或截止，事件的是或非等)。有与、或、非三种基本逻辑运算，还有与或、与非、与或非、异或几种导出逻辑运算。

3.1 基本逻辑运算

1. 与逻辑

与逻辑的定义：仅当决定事件(Y)发生的所有条件($A, B, C, \dots$)均满足时，事件(Y)才能发生。与逻辑表达式为：

$$Y = A \cdot B \cdot C \dots$$

如图 1.3 所示，开关 A 、 B 串联控制灯泡 Y 。

设开关断开为逻辑 0，闭合为逻辑 1；灯不亮为逻辑 0，灯亮为逻辑 1，则有：

$$A = B = 0, Y = 0;$$

$$A = 0, B = 1, Y = 0;$$

$$A = 1, B = 0, Y = 0;$$

$$A = B = 1, Y = 1。$$

即两个开关必须同时闭合，灯才亮。

2. 或逻辑

或逻辑的定义：当决定事件(Y)发生的各种条件($A, B, C, \dots$)中，只要有一个或多个条件具备，事件(Y)就发生。表达式为：

$$Y = A + B + C + \dots$$

如图 1.4 所示开关 A 、 B 并联控制灯泡 Y 。

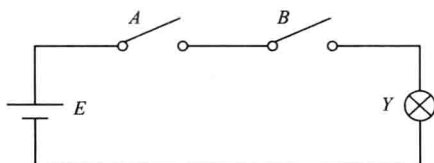


图 1.3 开关 A 、 B 串联控制灯泡 Y

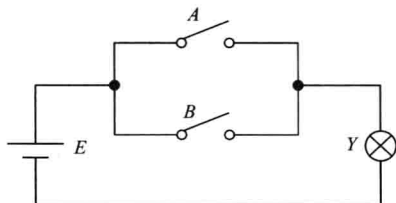


图 1.4 开关 A 、 B 并联控制灯泡 Y

$$\text{有 } A = B = 0, Y = 0;$$

$$A = 0, B = 1, Y = 1;$$

$$A = 1, B = 0, Y = 1;$$

$$A = B = 1, Y = 1。$$

即两个开关只要有一个闭合，灯就能亮。

3. 非逻辑

非逻辑指的是逻辑的否定。当决定事件(Y)发生的条件(A)满足时，事件不发生；条件不满足，事件反而发生。表达式为：

$$Y = \bar{A}$$

如图 1.5 所示并联开关 A 控制灯泡 Y 。

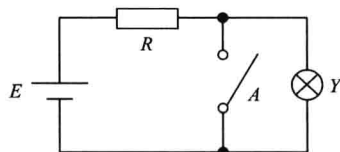


图 1.5 开关 A 控制灯泡 Y

3.2 逻辑函数及其表示方法

1. 逻辑函数

如果对应于输入逻辑变量 A 、 B 、 C 、 $\dots$ 的每一组确定值，输出逻辑变量 Y 就有唯一确

定的值, 则称 Y 是 A 、 B 、 C 、…的逻辑函数。记为:

$$Y=f(A, B, C)$$

等式左边的字母 Y 称为输出逻辑变量, 字母上面没有非运算符的叫做原变量, 有非运算符的叫做反变量。

逻辑函数与普通代数中的函数相比较, 有两个突出的特点:

(1) 逻辑变量和逻辑函数只能取两个值 0 和 1; 并且这里的 0 和 1 只表示两种不同的状态, 没有数量的含义。

(2) 函数和变量之间的关系是由“与”、“或”、“非”三种基本运算决定的。

2. 逻辑函数的表示

常用的逻辑函数表示方法有真值表、函数表达式、逻辑图等, 它们之间可以任意地相互转换。

(1) 真值表

列出输入变量的各种取值组合及其对应输出逻辑函数值的表格称真值表。

为避免遗漏, 各变量的取值组合应按照二进制递增的次序排列。

真值表有如下特点:

①直观明了, 通过确定输入变量, 即可在真值表中查出相应的函数值。

②可以把一个实际的逻辑问题抽象成一个逻辑函数。所以, 在设计逻辑电路时, 总是先根据设计要求列出真值表。

③真值表的缺点是当变量比较多时, 显得过于烦琐。上述开关与灯泡逻辑关系的真值表分别如表 1.2、表 1.3、表 1.4 所示。

表 1.2 与逻辑真值表

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

表 1.3 或逻辑真值表

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

表 1.4 非逻辑真值表

A	Y
0	1
1	0

(2) 逻辑表达式

由逻辑变量和与、或、非三种运算符连接起来所构成的式子。

一个逻辑函数的表达式可以有与或表达式、或与表达式、与非 - 与非表达式、或非 - 或非表达式、与或非表达式五种表示形式。

①与或表达式: $Y = \overline{A}B + AC$

②或与表达式: $Y = (A + B)(\overline{A} + C)$

③与非 - 与非表达式: $Y = \overline{\overline{A}B \cdot AC}$

④或非 - 或非表达式: $Y = \overline{\overline{A + B} + \overline{A + C}}$

⑤与或非表达式: $Y = \overline{\overline{A}B + AC}$

一种形式的函数表达式对应于一种逻辑电路。尽管一个逻辑函数表达式的各种表示形

式不同,但逻辑功能是相同的。

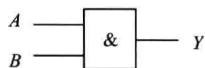
由真值表可以转换为函数表达式,方法为:在真值表中依次找出函数值等于1的变量组合,变量值为1的写成原变量,变量值为0的写成反变量,把组合中各个变量相乘。这样对应于函数值为1的每一个变量组合就可以写成一个乘积项。然后,把这些乘积项相加,就得到相应的函数表达式了。

反之,由表达式也可以转换成真值表,方法为:画出真值表的表格,将变量及变量的所有取值组合按照二进制递增的次序列入表格左边,然后按照表达式,依次对变量的各种取值组合进行运算,求出相应的函数值,填入表格右边对应的位置,即得真值表。

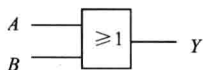
(3) 逻辑符号及逻辑图

实现基本逻辑功能的电路可用响应的符号——逻辑符号表示,而进一步的逻辑功能可由逻辑符号及它们之间的连线而构成的图形——逻辑图表示。

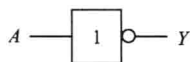
与逻辑 $Y = A \cdot B$, 符号:



或逻辑 $Y = A + B$, 符号:



非逻辑 $Y = \bar{A}$, 符号:



逻辑功能 $Y = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$ 可用图 1.6 实现。

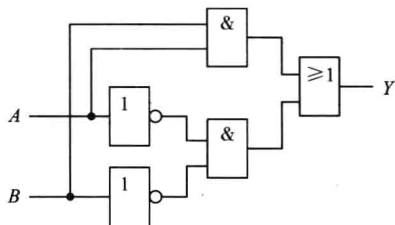


图 1.6 逻辑图

除了三种基本逻辑运算外,还有几种常用逻辑运算。

①与非——由与运算和非运算组合而成。图 1.7(a)、(b)分别为其真值表和逻辑符号。逻辑表达式为 $Y = \overline{A \cdot B}$

②或非——由或运算和非运算组合而成。图 1.8(a)、(b)分别为其真值表和逻辑符